

## OPTICAL PARTS AND OPTICAL NETWORK

Publication number: JP11149004

Publication date: 1999-06-02

Inventor: SCHENFELD EUGEN; NEILSON DAVID; KIM TAE JIN

Applicant: NIPPON ELECTRIC CO

Classification:

- international: G02B6/42; G02B6/43; G02B6/28; G02B6/42;  
G02B6/43; G02B6/28; (IPC1-7): G02B5/04

- european: G02B6/42C8; G02B6/42D; G02B6/43

Application number: JP19980221720 19980805

Priority number(s): US19970925822 19970905

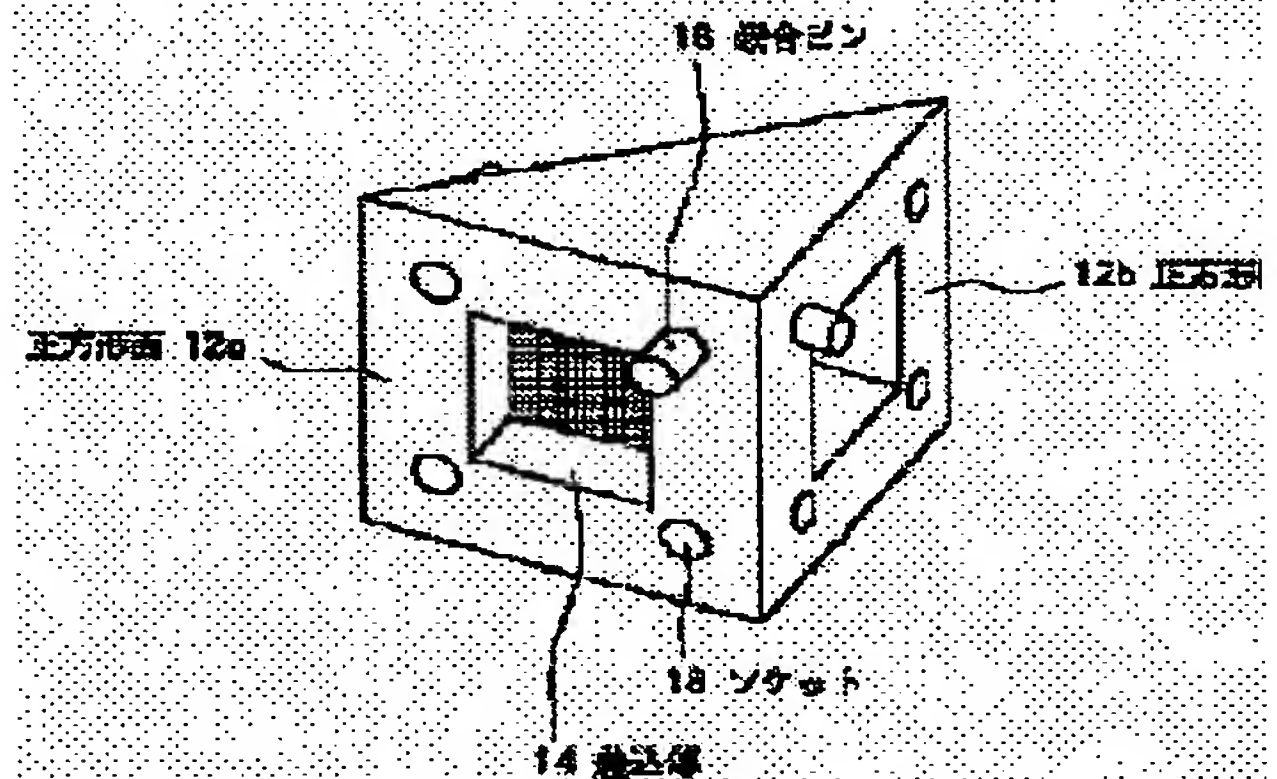
Also published as:

EP0901023 (A)  
US6034821 (A)  
EP0901023 (A)

Report a data error h

### Abstract of JP11149004

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide optical parts which are inexpensively and easily assembled. **SOLUTION:** A prism consisting of a material that is optically transparent and with which molding is easily realized with high accuracy possesses a pair of square surfaces 12a and 12b and a rectangular hypotenuse surface (not shown in figure), and an insert part 14 where an optical element such as a microlens array or the like is arranged is provided at the center of the square surfaces 12a and 12b. A fitting pin 16 and a fitting hole 18 to mutually connect plural prisms are provided at each surface of the prism.



(51)Int.Cl.<sup>7</sup>識別記号F I  
G 0 2 B 5/04G 0 2 B 5/04F  
E

請求項の数20(全 8 頁)

(21)出願番号	特願平10-221720	(73)特許権者	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22)出願日	平成10年 8 月 5 日(1998. 8. 5)	(72)発明者	ユージン シェンフェルド アメリカ合衆国、ニュージャージー 08540、プリンストン、インディペン デンス ウェイ 4 エヌ・イー・シ ー・リサーチ・インスティテューテュ・ インク内
(65)公開番号	特開平11-149004	(74)代理人	100088328 弁理士 金田 暢之 (外2名)
(43)公開日	平成11年 6 月 2 日(1999. 6. 2)		
審査請求日	平成10年 8 月 5 日(1998. 8. 5)		
(31)優先権主張番号	0 8 / 9 2 5 8 2 2		
(32)優先日	平成 9 年 9 月 5 日(1997. 9. 5)		
(33)優先権主張国	米国 (U S)		
		審査官	横井 康真
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学部品、光学モジュール組立品、および光学ネットワーク

(57)【特許請求の範囲】  
【請求項1】 モジュール式のブロックとして用いられ  
る光学部品であって、  
光学的に透明で、実質的に同様な一對の入力表面および  
出力表面と第3の表面とを含み、前記入力表面および前  
記出力表面の少なくとも一方が中央に差込部開口を含む  
プリズム形要素と、  
前記各表面の一つ以上の表面に設けられ、複数の前記プ  
リズム形要素を互いに連結させることができる雌型嵌合  
手段および雄型嵌合手段の組み合わせとを有する光学部  
品。  
【請求項2】 前記入力表面および前記出力表面の少な  
くとも一方が、前記差込部に、前記第3の表面に焦点を  
合わされたマイクロレンズアレイを含む請求項1に記載  
の光学部品。

【請求項3】 前記第3の表面がビーム配向手段アレイ  
を支持している請求項1に記載の光学部品。  
【請求項4】 前記入力表面および前記出力表面の少な  
くとも一方が、その差込部に、前記第3の表面に焦点を  
合わせられたマイクロレンズアレイを含み、前記第3の  
表面は前記マイクロレンズアレイと位置関係が調整され  
たビーム配向手段アレイを含む請求項1に記載の光学部  
品。  
【請求項5】 前記プリズム形要素が直角三角形プリズ  
ムである請求項1に記載の光学部品。  
【請求項6】 一對のプリズム形要素を有し、2つのプ  
リズムのそれぞれの斜辺面が互いに対向して配置され、  
前記2つのプリズムが該2つのプリズムに設けられた雌  
型嵌合手段および雄型嵌合手段によって互いに連結され  
ている請求項5に記載の光学部品。

【請求項 7】 前記 2 つのプリズムの一方の、前記入力表面および前記出力表面の少なくとも一方が、送信手段アレイまたは受信手段アレイを支持している請求項 6 に記載の光学部品。

【請求項 8】 前記 2 つのプリズムの一方の入力表面が送信手段アレイを含み、前記 2 つのプリズムの他方の出力表面が受信手段アレイを含む請求項 6 に記載の光学部品。

【請求項 9】 所定のパターンで入射光を偏向させるビーム配向手段が備えられている請求項 6 に記載の光学部品。

【請求項 10】 各プリズムの中央の差込部の表面に、前記送信手段からの光を前記第 3 の表面上に集光し、前記第 3 の表面からの光を前記受信手段上に集光するように配置されたマイクロレンズが備えられている請求項 9 に記載の光学部品。

【請求項 11】 前記プリズムが、正方形の底面を有する四角錐であって、6 つの該四角錐が組み合わされて光キューブを構成することができる四角錐である請求項 1 に記載の光学部品。

【請求項 12】 複数の前記各光学部品は、光ネットワークを構成するためのモジュール式組立品を成すように互いに連結されている請求項 1 に記載の光学部品。

【請求項 13】 光ファイバーアレイを支持する手段であって、前記プリズムの一方の表面にある中央の差込部開口の壁面に設けられた V 字型溝にはめ込まれるように V 字型溝の形状に形成されている手段を有する、光ネットワークを成すモジュール式組立品に用いられる請求項 12 に記載の光学部品。

【請求項 14】 前記光ファイバーアレイを支持する手段が、前記プリズムに連結されるためのばねクリップ手段を含む請求項 13 に記載の光学部品。

【請求項 15】 前記光ファイバーアレイの光ファイバーが、徐々に径が大きくなる自由端を有する請求項 13 に記載の光学部品。

【請求項 16】 前記光ファイバーの自由端が、直角三角形プリズムの斜辺面上に支持されたマイクロレンズと放射状に結合するよう配置されている請求項 15 に記載の光学部品。

【請求項 17】 請求項 1 に記載の複数の光学部品が情報処理装置を構成するために互いに連結されて成る光学モジュール組立品。

【請求項 18】 請求項 1 に記載の複数の光学部品が送信手段と受信手段との間の光信号の経路を決定する装置を構成するために互いに連結されて成り、前記送信手段および前記受信手段は前記装置を構成する前記複数の光学部品に連結されている光学モジュール組立品。

【請求項 19】 光学的に透明で、実質的に同様な一対の入力表面および出力表面と第 3 の表面とを含み、前記入力表面および前記出力表面の少なくとも一方が中央に

差込部開口を含む複数のプリズム形要素を有し、該各プリズム形要素は、前記各表面の一つ以上の表面に設けられ、複数の前記プリズム形要素を互いに連結させる雌型嵌合手段および雄型嵌合手段の組み合わせを備えている光学ネットワーク。

【請求項 20】 雌型嵌合手段および雄型嵌合手段が表面に備えられたプラグイン式モジュールであって、前記雌型嵌合手段および前記雄型嵌合手段によって該プラグイン式モジュールが前記プリズム形要素の一方に連結されるプラグイン式モジュールをさらに有する請求項 19 に記載の光学ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光伝送に関し、より詳細には、モジュラ式に組み立てることができる光学部品および光学ネットワークに関する。

【0002】

【従来の技術】先にされた米国特許出願（発明の名称「Modular Building Block for an Optical Interconnection Network」、出願番号 08/812,625 号、1997 年 3 月 7 日出願、出願人 Kenneth J. Fasanella, T.J. Kim, David Neilson and Eugen Schenfeld）には、自由空間光ネットワークで使用される光学機械部品について記載されている。

【0003】また、米国特許第 5414819 号（発明の名称「Optical Interconnect Network」）、米国特許第 5619359 号（発明の名称「Optoelectronic Apparatus」）および係属中の米国特許出願第 08/558352 号（発明の名称「Optoelectronic Apparatus」、1995 年 11 月 16 日出願）には、自由空間光ネットワークで有用な電子光学部品および光学部品の他の例が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】光学系を上記の種類の装置に使用することを制限する要因の一つは、そのような装置における光学部品ならびにそれらの組立品のコストが高くなることである。組立品のコストの多くは、そのような部品を最適に使用する上で必要とされる厳しい許容誤差でそのような部品の位置合わせを行うことの困難さに関係している。光学系が伝送ネットワークに大幅に食い込むために、光学部品には低コストであってしかも容易に組み立てることができることが望まれている。

【0005】本発明の目的は、低コストであってしかも容易に組み立てることができる光学部品および光学ネットワークを提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】広い意味で、本発明は、例えば数  $\mu\text{m}$  の寸法公差という高精度で、かつ射出プラスチック成型やこれに類似する方法によって低コストで製造することができ、しかも光学系等において有用な装



置を形成するために類似の部品と容易に組み立てることができる材料および幾何形状の光学機械部品を含む。特に、本発明による基本部品は、一つ以上の同様のプリズムに連結されたときに、光学ネットワークを構成する同様の類似構造物に容易に組み合わされる構造を成すプリズムを有する。特に重要なものは、同様のプリズムと組み合わせた場合に立方体を形成する直角三角形プリズムである。そのようなプリズムは、実質的に正方形である一対の面、実質的に長方形である斜辺面、および実質的に直角三角形である一対の受動面を有する。特に重要な別の幾何形状としては、正方形の底面および4つの正三角形側面を有する四角錐である。そのような6個の角錐を同様に組み立てて、立方体を形成することができる。そのようにして形成された立方体の特に有用な特性は、それらの立方体が入射ビームを反射させて分離または偏向するように構成された斜めの内部表面を備えているという点である。さらに、そのような各プリズムの一つ以上の面に、ピンおよび穴などの雄型もしくは雌型の少なくとも一方の連結手段が設けられ、プリズム同士を厳密な公差の所望の位置関係で簡便に連結できるようにされる。

【0007】さらに、そのようなプリズムは典型的には、マイクロレンズアレイもしくはその他の類似の光学素子が配置される凹領域、すなわち差込領域が設けられた少なくとも一つの面を含む。

【0008】特に、直角三角形プリズムを有するより好ましい基本部品においては、各正方形の表面には、少なくとも一つの角部に嵌合ピンが設けられ、少なくとも一つの他の角部には嵌合穴、すなわちソケットが設けられている。さらに代表的には、その二つの正方形表面の少なくとも一つに、表面にマイクロレンズアレイが成型された凹領域、すなわち差込領域が設けられている。さらに、長方形の斜辺面がマイクロミラーの2次元配列を支持しており、そのうちの選択されたミラーは、ビーム制御を行うために、入射光に対して不透明、部分反射性または透過性となるように構成されている。あるいは、そのような表面には、入射光に関して所定の反射、屈折または回折の機能を与えるコーティング、格子細工またはホログラムを施してもよい。

【0009】一般的に、そのようなプリズムでは、差込領域は約4.5×4.5mmの正方形であり、立方体面の中央にあり、2個のそのようなプリズムを組み合わせることで、各辺が約1cmの立方体を形成することができる。

【0010】プリズムの大部分を形成するために使用される材料には、信号情報を伝送するのに使用される光の波長で実質的に透過性となるものが選択される。また、その材料は、代表的には約数 $\mu\text{m}$ の所望の高精度に対して低コストで製造することができる射出成形のような製造技術に適するものが望ましい。

【0011】さらに、差込部を備えた表面を含む上述の種類の各プリズムは、そのような面にその差込部を囲む周囲領域があるのが有利である。その差込部には、そのような差込部で支持されるレーザ、光検知器またはファイバー連絡線等の光学素子アレイの制御を行うための回路を設けることができる。

【0012】より比較的広い意味で、本発明は、上記の種類のモジュラシステムで 사용할ことができ、即座に組み立てられるように正確な位置合わせ精度で容易に連結される性質を一般に有し、さらに射出成型等の低コストの工程によって製造することができ、厳しい寸法公差を満足できる多様な光学機械部品を意図したものである。

【0013】上記の種類のモジュールは、多様な光学的用途で使用するために、各種形態で組み立てることができる。それについては、添付の図面と関連して考慮されたときに、以下に記載されたより詳細な説明から明らかになる。

【0014】

【発明の実施の形態】図面を参照すると、図1および図2に示した直角三角形プリズムは、一対の正方形面12a、12b、長方形の斜辺面12c、および符号を付されていない上側三角形面および下側三角形面を含む。各正方形面12a、12bの中央には正方形の差込部14が設けられている。それらの面12a、12bおよび12cの各角部付近には、嵌合ピン16または嵌合穴、すなわちソケット18のいずれかが設けられている。代表的には、正方形面は1個のピンと3個の穴を有し、長方形面は2個のピンと2個の穴を有する。ピンと穴は、モジュラー装置を形成するためにプリズム同士が連結されるときに位置合わせ手段として機能するように、いずれも高精度に配置されている。各ピンは、一般的には径および長さのいずれも数mmの大きさに形成され、穴の径は挿入されるピンが安定して緊密に嵌合されるような大きさにされている。

【0015】より耐久性を有する連結が必要な場合には、接着剤を用いてさらに連結を強めることができる。

【0016】差込部は、特定のプリズムが果たす役割に応じて各種光学部品を支持するように構成されている。これらのプリズムの一部には信号情報を伝送する光源として機能するものがあり、その場合は、差込部にマイクロレーザアレイが備えられてもよい。代わりにあるいはこれと追加して、プリズムは受信機を支持するように構成されていてもよく、その場合には、差込部にフォトダイオードアレイが備えられていてもよい。さらに、そのようなマイクロレーザまたはマイクロフォトダイオードアレイの役割を強化するために、マイクロレンズアレイを有することが望ましいであろう。

【0017】さらに、これらのプリズムの一部には、その斜辺面にビーム分離手段またはビーム偏向手段が備え

られる。そのような手段は、成型された屈折ミラーまたは回折ミラーあるいは球面または非球面の光軸ミラーなどの各種形態のミラーの配列によって構成される。そのようなミラーを用いて、光路に入射される光ビームを結合させたり、光路から出射される光ビームを結合させることができる。

【0018】図3は、図1および図2に示した一对のプリズムを、光キューブを形成するために互いに連結された状態で示す斜視図である。図4はそのような光キューブの平面断面図であり、図中の12cは前述のようなビームの偏向または分離を行う局所的な面領域が備えられる斜辺面である。

【0019】特に、それぞれの素子レンズに光ビームが透過されるマイクロレンズを二次元的に配列することにより、レンズ導波路に非常に適した光学リレーが形成される。ビーム路に沿った全ての点において、各ビームが独立していることから、そのマイクロレンズアレイにおける光ビームの位置は、レンズ導波路に沿って一定のままとなる。光学ルーティングは、光ビームのファン入力(fan-in)およびファン出力(fan-out)が要求される場合には長方形の斜辺面に配置された部分的ビーム分離ミラーによって、あるいは光学ルーティングが必要な部位にパターン化されたミラーによって、容易に行うことができる。

【0020】これによって、各種の目的のためのハードウェア内に作ることができる多様な光学的配線パターンが実現できる。さらに、プリズムの各正方形面の周囲の境界部分は、関連する個々のマイクロレーザ送信機もしくはマイクロダイオード受信機の電気回路、すなわち導波路に信号をファン入力させることや、導波路からファン出力される受信機信号を選択することに使用される他の手段を支持することに用いられうる。

【0021】指定の受信機に通じるように定められた光路へのビームのファン入力は、ビーム結合面におけるミラーアレイ中の特定のミラーに焦点が合わされたマイクロレーザアレイの適切なレーザを励起することで制御することができる。

【0022】導波路に沿った光路から選択された受信機へのビームのファン出力は、導波路に沿った指定された位置におけるマイクロダイオードアレイの適切なマイクロダイオードに向けられたビーム偏向ミラーを適切に配置することによって制御することができる。

【0023】図5は、複数の光キューブ21, 22, 23, 24, 25を、光学ネットワークを構成するために互いに連結された状態で示す。特に、光キューブ21の差込部21a, 21bには、光ビーム26を形成するマイクロレーザが備えられている。光ビーム26は、光キューブ21の斜辺面21cで偏向されてネットワークの長軸方向に伝送され、例えば光キューブ25に到達する。光キューブ25では、光ビーム26は斜辺面25c

によって偏向されて、差込部25a, 25bに備えられた受信機に到達する。同様に、光キューブ22, 24も、ネットワークに他の光ビームを送信し、またはネットワークから他の光ビームを受信することができる。

【0024】図6は、種々の回路部品が前述のプリズム40上にどのようにして支持されるのかを示す。特に、電気光学パッケージ42、例えば送信機として有用なマイクロレーザアレイを含むパッケージは、表面40bに隣接する表面40a上における差込部41と同様の差込部(図では隠れている)に配置され、集積回路素子を含む他のパッケージ44は電気光学パッケージ42を囲むようにしてプリント回路43上に配置されている。前記の集積回路素子は、その電気光学デバイスを制御するのに必要な電気系を提供するものである。あるいは、電気光学パッケージ42は、受信機として用いられる光検知器アレイを含んでいてもよい。このように構成された各プリズムが互いに連結されることにより、情報処理装置が構成される。

【0025】図7は、わずかに形状が変更された一对のプリズム51, 52が組み合わされて構成された光キューブ50を示す断面図である。この場合も、各プリズム51, 52は、斜辺面に窪みが形成されてなる差込部51a, 52aを有する。その差込部51a, 52aには、他の制御回路が支持されてもよい。さらに、一般的には、ビーム方向を制御するミラーアレイまたはマイクロレンズアレイは、プリズム51とプリズム52との中間に配置されることになる。

【0026】図8、図9および図10は、図5に示したレンズ導波路に入射されるか、あるいはそのレンズ導波路から出射される光ビームを結合させる光キューブに、電子光学デバイスまたは光ファイバーアレイを連結することに使用されるプラグイン式モジュール27およびコネクタモジュール80を示す。図8には長方形のプラグイン式モジュール27が示されている。プラグインモジュール27は、電気光学パッケージ54、集積回路素子56およびモジュール27に好ましくは成型されたレンズアレイ55を有している。図5に示すように、位置合わせが不良であるとビーム伝搬エラーが生じることから、リレー装置の中心水平軸の位置合わせは重要である。プラグイン式モジュール27は、送信機もしくは受信機または光ファイバーなどの能動素子を有していてもよい。本プラグイン式モジュール27は、光キューブ21~25を伝送される基本ネットワークビームの伝搬路を変更せずに交換することができる。モジュール27の位置合わせ精度は、光キューブ21~25の位置合わせ精度ほど重要ではない。雄型嵌合部57および雌型嵌合部58が、光キューブ23の表面に配設された対応する雌型および雄型の嵌合手段とそれぞれ嵌合する。上記のようにモジュール27が嵌合することで、図5に示したネットワークへの光ビームの入射またはネットワークか



らの光ビームの出射が可能となる。

【0027】図9は、図8に示したモジュール27の切断線A-Aに沿った断面図である。電気光学パッケージ54の表面には、レンズアレイ55から光ビーム60を受信し、またレンズアレイ55に光ビーム61を送信するために、フォトダイオード等の受信機アレイもしくはVCSEL等の送信機アレイの少なくともいずれか一方が取り付けられている。レンズアレイ55は、レンズ導波路に入射される光ビームを集束させるか、あるいはその導波路から出射される光ビームを集束させるものである。

【0028】電気光学パッケージ54の表面に取り付けられたアレイの正確な位置合わせを行うために、プラグイン式モジュール27の表面に設けられた導体線53への電気光学パッケージ54の接続が、ハンダバンプ62を用いたフリップチップボンディングによって行われている。

【0029】図10に示すように、コネクタ80が、光ファイバー81の列を支持するプラスチックのボードを有する。光キューブ部材における差込部の側壁には、例えば多段のV字型溝83からなるスタックが設けられているとともに、コネクタ80のプラスチックボードの側面には、プラスチックボードを差込部に滑り込ませて、光ファイバーの自由端を、光キューブにおけるマイクロレンズアレイ82のマイクロレンズの焦点位置に位置決めすることができるように、同様の嵌合溝が設けられている。ビーム導波路における光路の特定の組は、プラスチックのボードが挿入されている溝の差込部における高さを選択することで、そのアドレスが指定される。コネクタはさらに、この目的のために光キューブ内に設けられた肩部にはめ込まれうる一対のバネクリップ87を備えていることが好ましい。

【0030】あるいは、適切な変更を加えることにより、光ファイバーの垂直柱を光キューブに接続して、ビーム導波路における光ファイバーの垂直柱に接続することが可能となろう。さらに、二次元配列の光ファイバーを、同様にビーム導波路に接続することも可能であろう。

【0031】代表的にはシングルモードファイバーであるファイバーと、図11に示したようなマイクロレンズとの間の連結作業効率を高めるには、図12に示すように、各ファイバーの自由端に近づくにつれて各ファイバー81の径を徐々に大きくすることでファイバーの自由端で放射される光スポットのサイズを大きくし、そのファイバー端をマイクロレンズアレイ82における所望のマイクロレンズの焦点位置に位置合わせをするために必要な精度を緩くすることが望ましい。ファイバー径を、例えば50 $\mu\text{m}$ の多モードコア半径から例えば6 $\mu\text{m}$ のシングルモードコア半径へとを漸減させることで、自由空間からシングルモードファイバーへの非常に有効な連

結が可能となる。

【0032】完全なビーム導波路ネットワークを上記の種類モジュールと容易に組み立てることができることが容易に理解される。あるいは、そのようなモジュール群は、従来技術で知られているように、かなり大きいシステムの限定部を形成し、その限定部の一部のみのみビーム導波路の制御下により自由空間を横切るように連結されうる。

【0033】さらに、光キューブを形成するために他の様々な形状を組み合わせたことができることが理解されるべきである。特に、立方体を形成するために、各々が正方形の底面と4つの正三角形側面とを有する6つの四角錐を組み合わせたことができる。同様に、図1に示した三角柱を半分に切断し、その正方形の面はそのままにして、他の光学素子を支持するために差込部を設けることができる一対の新たな斜辺面を形成してもよい。

【0034】したがって、以上に説明した特定の実施態様は、本発明の一般的な原理の単なる例示にすぎないことが理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好ましいブロックまたは部品を構成するプリズムを示す図である。

【図2】本発明の好ましいブロックまたは部品を構成するプリズムを示す図である。

【図3】本発明による基本部品を構成する立方体を構成するために互いに連結された図1に示した一対のプリズムを示す斜視図である。

【図4】図3に示した立方体の断面図である。

【図5】本発明による部品で形成される代表的な光学ネットワークの一部を示す図である。

【図6】プリズム上に支持された電子デバイスおよび電気光学デバイスを示す図である。

【図7】わずかに変更が加えられた一対のプリズムによって形成される立方体の断面図である。

【図8】ビーム導波路に連結されるプラグイン式モジュールを示す図である。

【図9】図8に示したプラグイン式モジュールのA-A線に沿った断面図である。

【図10】コネクタモジュールの一部を示す図である。

【図11】図10に示したコネクタモジュールの一部を示す平面図である。

【図12】径が徐々に大きくなる光ファイバーと共に用いられるコネクタモジュールを示す図である。

【符号の説明】

12a, 12b 正方形面

12c 斜辺面

14, 21a, 21b, 25a, 25b, 41, 51

a, 52a 差込部

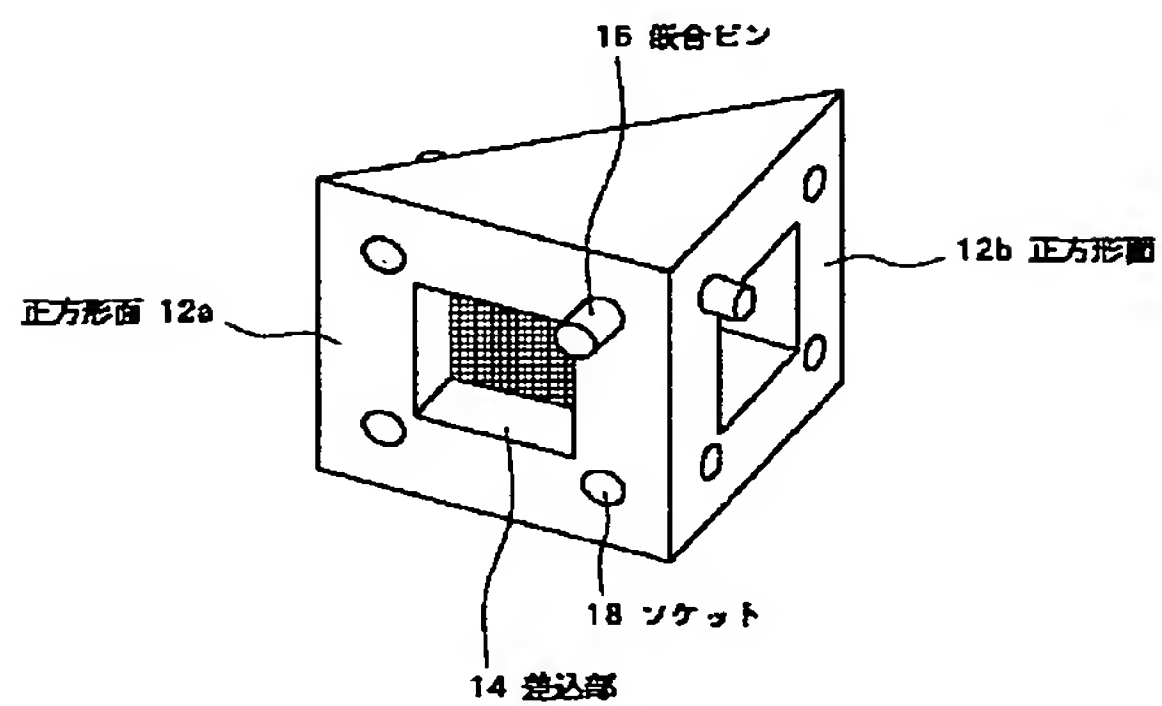
16 嵌合ピン

18 ソケット

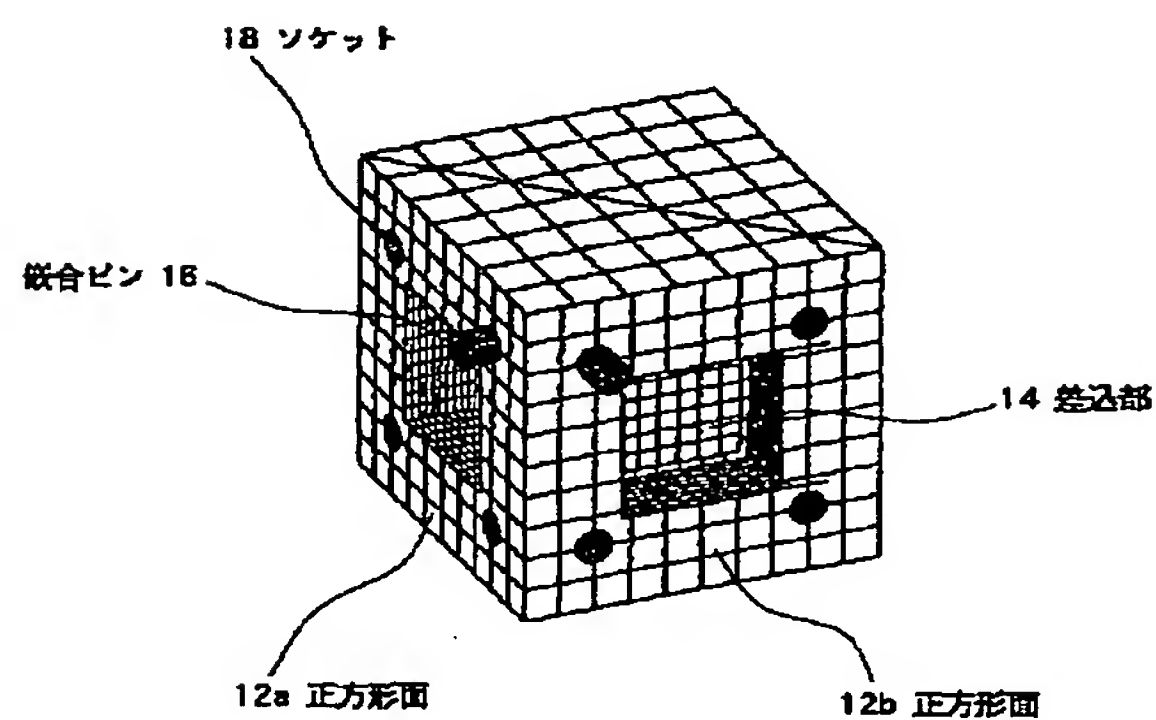
11

21, 22, 23, 24, 25, 50 光キューブ  
 26, 60, 61 光ビーム  
 27 プラグインモジュール  
 40, 51, 52 プリズム  
 40a, 40b 表面  
 42, 54 電気光学パッケージ  
 43 プリント回路  
 44 パッケージ  
 53 導体線

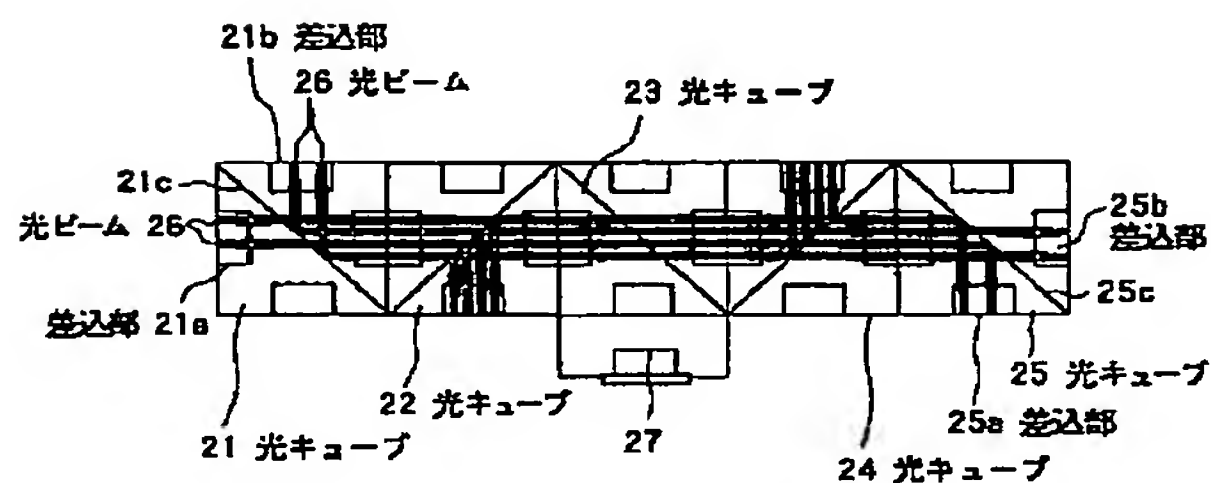
【図1】



【図3】



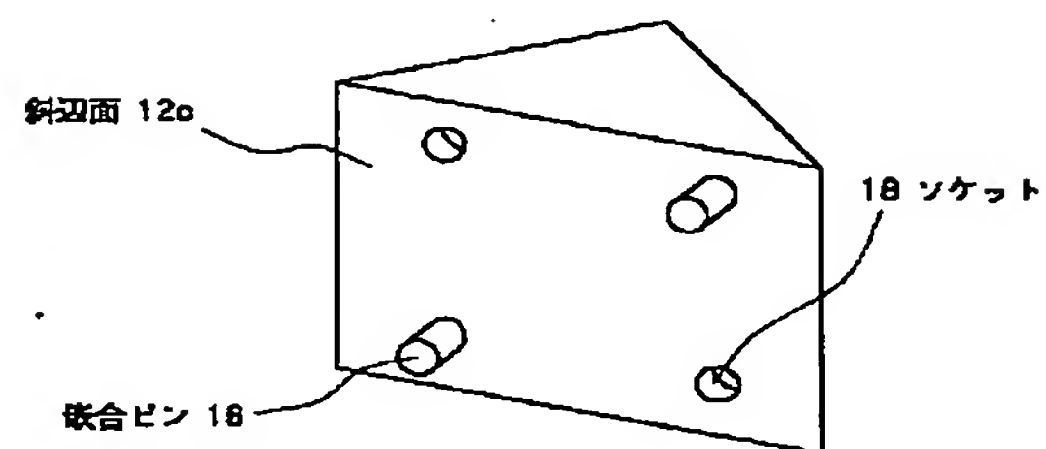
【図5】



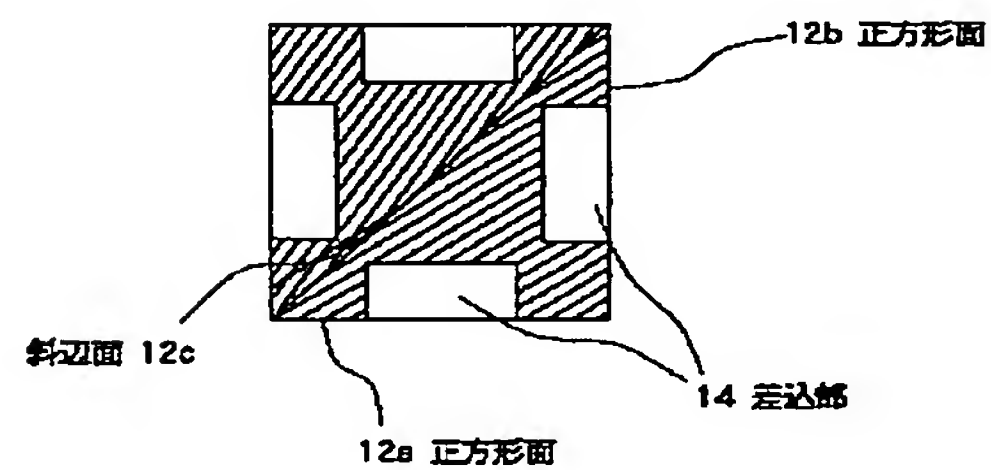
12

55 レンズアレイ  
 56 集積回路装置  
 57 雄型嵌合部  
 58 雌型嵌合部  
 80 コネクタモジュール  
 81 光ファイバー  
 82 マイクロレンズアレイ  
 83 V字型溝  
 87 ばねクリップ

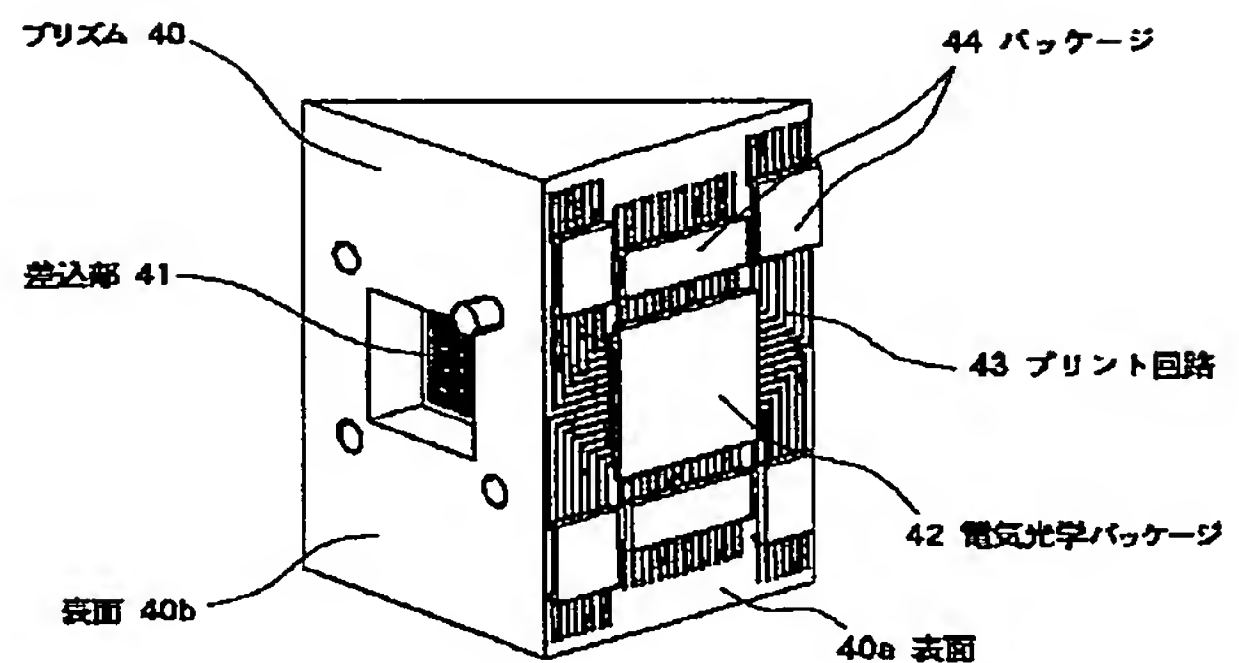
【図2】



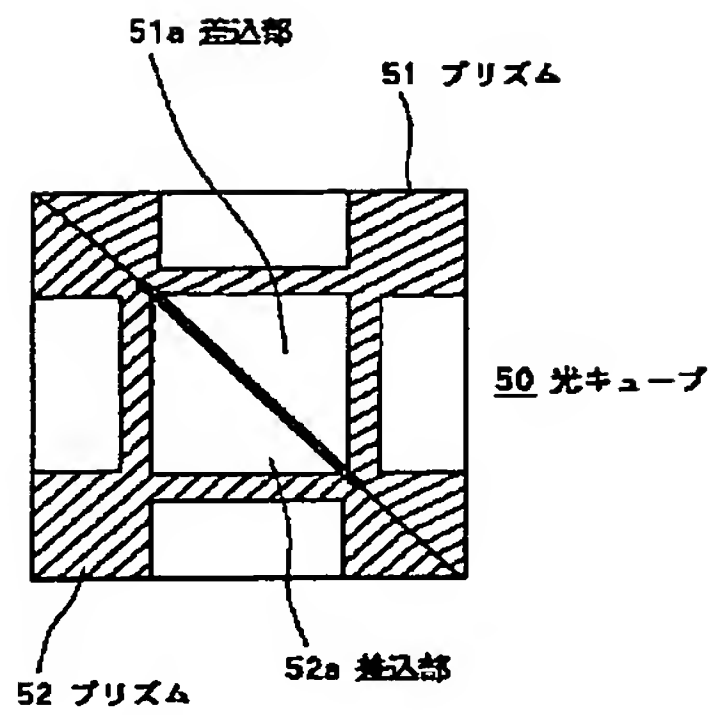
【図4】



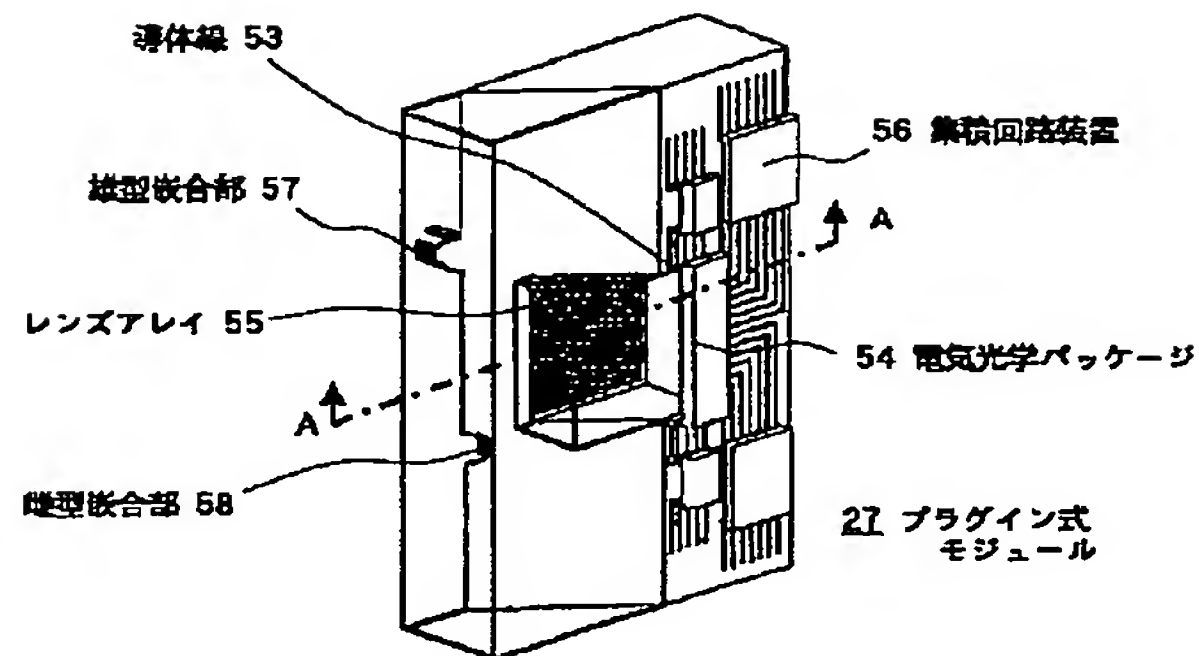
【図6】



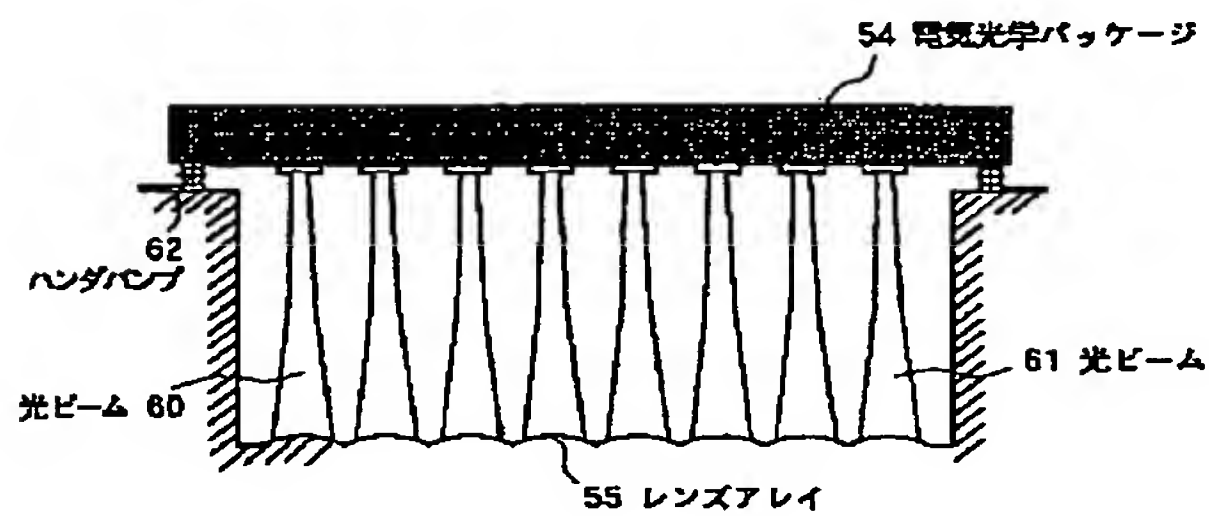
【図7】



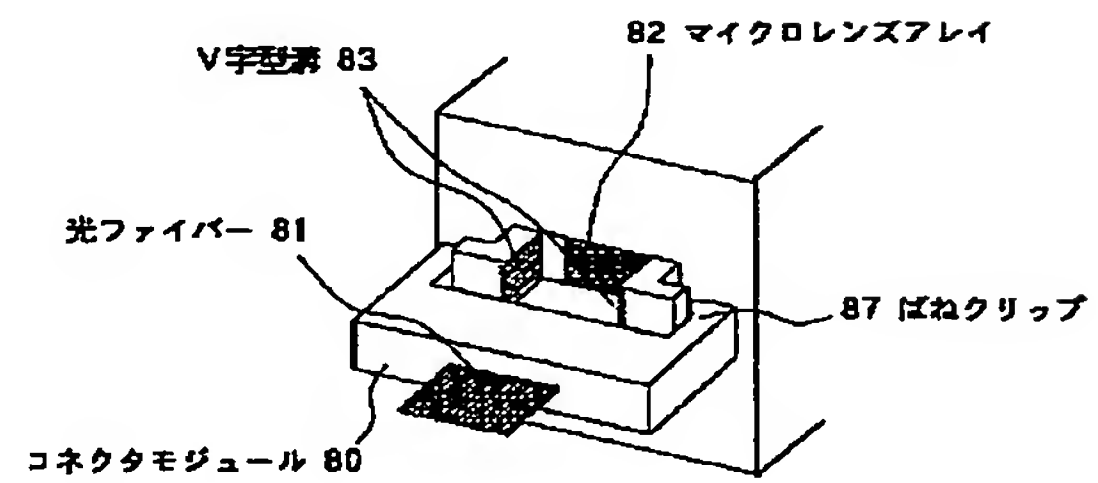
【図8】



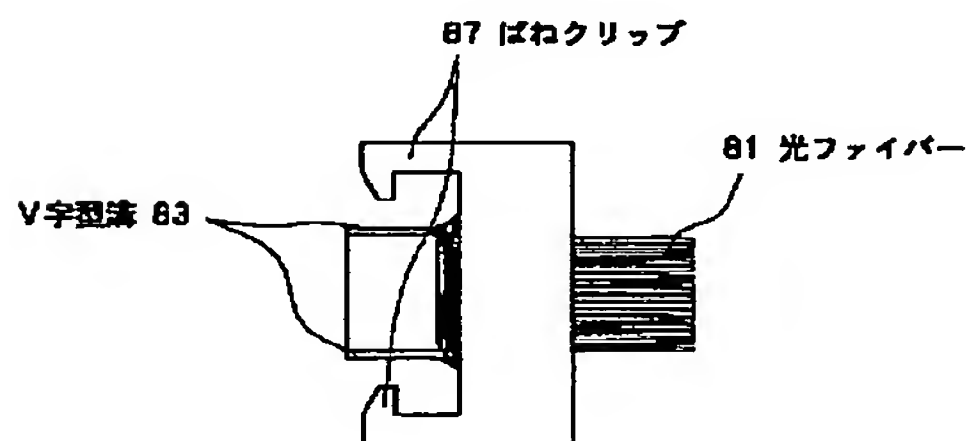
【図9】



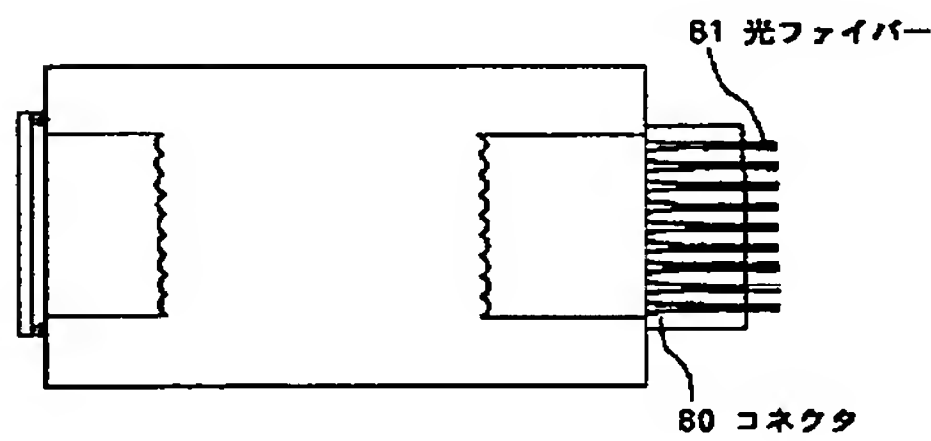
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者     デービット ニールソン  
 アメリカ合衆国、ニュージャージー  
 08540、プリンストン、インディペン  
 デンス ウェイ 4 エヌ・イー・シ  
 ー・リサーチ・インスティテューテュ  
 インク内

(72)発明者     テイ ジン キム  
 アメリカ合衆国、ニュージャージー  
 08540、プリンストン、インディペン  
 デンス ウェイ 4 エヌ・イー・シ  
 ー・リサーチ・インスティテューテュ  
 インク内

(56)参考文献     特開 平10-19735 (J P, A)  
 特開 平6-37722 (J P, A)  
 特開 平8-62406 (J P, A)  
 実開 昭60-23825 (J P, U)



(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B名)

G02B 5/04

G02B 7/00

G02B 7/18 - 7/24